

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000131632  
PUBLICATION DATE : 12-05-00

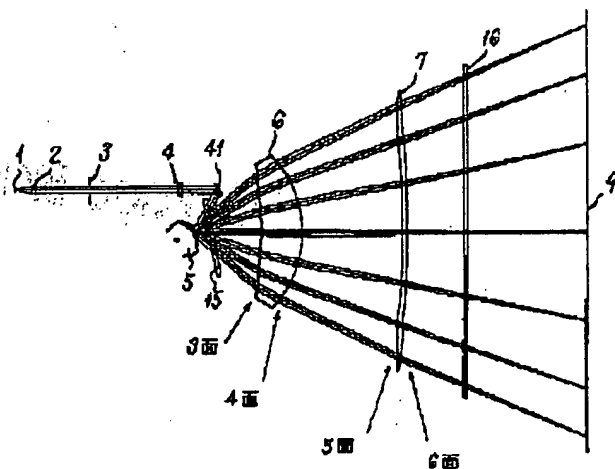
APPLICATION DATE : 22-10-98  
APPLICATION NUMBER : 10300868

APPLICANT : RICOH CO LTD;

INVENTOR : SAKAI KOJI;

INT.CL. : G02B 26/10 G02B 13/00 H04N 1/113

TITLE : OPTICAL SCANNING SYSTEM AND  
OPTICAL SCANNING DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To realize optical scanning by which high density scanning is made possible while securing the back length of a scanning optical system.

SOLUTION: This is an optical system condensing a beam deflected by an optical deflector 5 on a surface to be scanned 9 as a light spot, and is constituted of two lenses 6 and 7, and the lens 6 on the side of the optical deflector 5 possesses positive refracting power in a horizontal scanning direction and negative refracting power in a vertical scanning direction, and the lens 7 on the side of the surface to be scanned possesses the positive refracting power in the vertical scanning direction. The lateral magnification  $\beta_2$  of the center image height of the scanning optical system in the vertical scanning direction satisfies the condition of  $0.5 \leq |\beta_2| \leq 1.0$ .

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-131632

(P2000-131632A)

(43) 公開日 平成12年5月12日 (2000.5.12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	マークト (参考)
G 0 2 B 26/10		G 0 2 B 26/10	D 2 H 0 4 5
	1 0 3		B 2 H 0 8 7
13/00		13/00	1 0 3 5 C 0 7 2
H 0 4 N 1/113		H 0 4 N 1/04	1 0 4 A
		審査請求 未請求 請求項の減9	OL (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-300868

(22) 出願日 平成10年10月22日 (1998. 10. 22)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 宮本 真金

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内

(72) 発明者 酒井 浩司

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内

(74) 代理人 100067873

弁理士 樺山 亨 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走査光学系および光走査装置

(57) 【要約】

【課題】 走査光学系のバック長を確保しつつ、高密度走査が可能な光走査を実現する。

【解決手段】 光偏向器5により偏向されるビームを被走査面9上に光スポットとして集光させる光学系であって、2枚のレンズ6、7により構成され、光偏向器側のレンズ6は、主走査方向に正の屈折力、副走査方向に負の屈折力を有するものであり、被走査面側のレンズ7は、副走査方向に正の屈折力を有する。走査光学系の中心像高の副走査方向横倍率： $\beta_2$ が、条件：

(1)  $0.5 \leq |\beta_2| \leq 1.0$

を満足する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】光偏向器により偏向されるビームを被走査面上に光スポットとして集光させる光学系であって、2枚のレンズにより構成され、光偏向器側のレンズは、主走査方向に正の屈折力、副走査方向に負の屈折力を有するものであり、被走査面側のレンズは、副走査方向に正の屈折力を有し、

中心像高の副走査方向横倍率： $\beta_2$ が、条件：

$$(1) \quad 0.5 \leq |\beta_2| \leq 1.0$$

を満足することを特徴とする走査光学系。

【請求項2】請求項1記載の走査光学系において、少なくとも2つのレンズ面は、副走査方向の曲率が主走査方向に変化し、上記少なくとも2つのレンズ面のうちの少なくとも1面は、副走査方向の曲率変化が主走査方向に非対称であって、

中心像高の副走査方向横倍率： $\beta_2$ 、任意像高の副走査方向横倍率： $\beta h$ が、条件：

$$(2) \quad 0.93 \leq |\beta h / \beta_2| \leq 1.07$$

を満足することを特徴とする走査光学系。

【請求項3】請求項2記載の走査光学系において、副走査方向の曲率が主走査方向に非対称に変化する面における曲率変化が、2以上の極値を有し、少なくとも1つの極値は、その主走査方向の位置： $h_e$ が、+像高側または-像高側の、光軸からの有効レンズ高さ： $h_{max}$ に対し、条件：

$$(3) \quad |h_e / h_{max}| \geq 0.5$$

を満足することを特徴とする走査光学系。

【請求項4】請求項3記載のマルチビーム走査光学系において、

副走査方向の曲率が主走査方向に変化する少なくとも2つのレンズ面が、面間に空気間隔を有することを特徴とする走査光学系。

【請求項5】請求項1～4の任意の1に記載の走査光学系において、

同時に偏向される複数ビームを被走査面上に、複数の光スポットとして集光するために用いられることを特徴とする走査光学系。

【請求項6】光源からのビームをカップリングレンズにより以後の光学系にカップリングし、カップリングされたビームを線像結像光学系により、光偏向器の偏向反射面近傍に、主走査方向に長い線像として結像させ、上記光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向ビームを走査光学系により、被走査面上に光スポットとして集光させ、上記被走査面を走査するシングルビーム方式の光走査装置において、

走査光学系として、請求項1～4の任意の1に記載の走査光学系を用いたことを特徴とする光走査装置。

【請求項7】複数の発光源からのビームをカップリングレンズにより以後の光学系にカップリングし、カップリ

ングされた複数ビームを共通の線像結像光学系により、光偏向器の偏向反射面位置近傍に主走査方向に長く、副走査方向に分離した複数の線像として結像させ、上記光偏向器により同時に等角速度的に偏向させ、偏向ビームを共通の走査光学系により、被走査面上に、副走査方向に分離した複数の光スポットとして集光し、これら複数の光スポットにより複数走査線を同時走査するマルチビーム方式の光走査装置において、

上記共通の走査光学系として、請求項5記載の走査光学系を用いたことを特徴とするマルチビーム方式の光走査装置。

【請求項8】請求項7記載のマルチビーム方式の光走査装置において、

複数の発光源が副走査方向に配列したモノリシックな半導体レーザアレイを、光源として用いたことを特徴とするマルチビーム方式の光走査装置。

【請求項9】請求項8記載のマルチビーム方式の光走査装置において、

半導体レーザアレイの発光源の間隔が $10\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とするマルチビーム方式の光走査装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は走査光学系および光走査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光走査装置は、デジタル複写装置やレーザプリンタに関連して広く知られている。走査光学系は、光偏向器により偏向するビーム（この明細書において「光ビーム」を意味する）を被走査面上に光スポットとして集光する光学系である。このような光走査装置に対し、走査の高密度化、高速化が要請されている。また光走査装置を用いる画像形成装置の、レイアウト上の理由等により、走査光学系に「長いバック長」が要請されることが多い。「バック長」は、走査光学系を構成する結像素子（レンズや凹面鏡等）のうちで、最も被走査面側に配備されるものから、被走査面に至る距離である。光走査装置を用いる画像形成装置では一般に、光導電性の感光体を帯電手段により均一帯電し、光走査装置による光走査で情報書き込みを行って静電潜像を形成し、この静電潜像を現像手段により現像してトナー画像を得、このトナー画像を記録媒体上に転写定着して、所望の記録画像を得る。このような画像形成装置で、帯電手段や現像手段は、その機械的な構成により感光体に対する機械的な位置関係が限定されるので、その配備位置には自由度が少ない。これに対して光走査装置の光学系は、光源から被走査面（実態的には上記感光体の感光面）に至る光学配置に相当の自由度があるため、画像形成装置における帯電手段や現像手段のレイアウトに対応して光学設計を行うことが可能であるため、レイアウト上の要請により上記の如きバック長の長い走査光学系が求められる

ことがあるのである。

【0003】例えば、図11は、光走査装置114を用いた画像形成装置の1例を略示している。光導電性の感光体100は円筒状に形成されて矢印方向へ等速回転し、帯電手段（コロナ放電式のもの示しているが、帯電ローラ等の接触式のものであることもある）112により均一帯電され、光走査装置114による書込みで静電潜像を形成される。この静電潜像は現像手段116により現像され、現像により得られた可視像は、転写手段（ローラ式のもの示しているが、転写・分離チャージ式のものであることもある）120により記録媒体（転写紙やオーバーヘッドプロジェクタ用のプラスチックシート等）Sに転写される。記録媒体Sは、転写された可視像を定着手段122により定着されて装置外へ排出される。図11において、符号118はトナーホッパを示す。トナーホッパ118は、貯蔵したトナーを、必要に応じて現像手段116に補給するようになっており、ホッパごと交換できるようになっている。光走査装置114は光偏向器1141以後が描かれている。光偏向器1141により偏向されたビームは、レンズ1142、1143を透過し、ミラー1144、1145により光路を屈曲され、レンズ1146を透過して光走査装置114から射出し、感光体100を光走査する。この例で、レンズ1142、1143、1146が走査光学系の実態をなし、バック長は、レンズ1146の感光体100側の面から感光体100に至る距離である。トナーホッパ118を頻繁に交換するユーザの負担を軽減するため、トナーホッパの貯蔵トナー量を増大させてトナーホッパ交換期間を長くすることが行われており、それに伴いトナーホッパ118が大型化し、走査光学系114に長いバック長が要求されるのである。

【0004】近來、光走査の「走査密度」も1200 dpiあるいは2400 dpiといった高密度が要請されている。光走査の高密度化には、被走査面上に集光させる光スポットのスポット径を小さくする必要がある。このためには、走査光学系の結像倍率がなるべく小さいことが好ましい。しかし、走査結像倍率を小さくしようとすると、通常は、最も被走査面に近い結像素子を被走査面に近付ける必要があり、このようにすると、前記長いバック長を実現することが難しくなる。また、被走査面に近接した結像素子は、その主走査方向の長さが長大化して、製造が容易でなく、製造コストが高くなりやすい。光走査を高速化できる方法として、被走査面の複数走査線を同時走査する「マルチビーム方式」が注目され、モノリシックな半導体レーザアレイの発光源を副走査方向に並べたLDアレイ方式や、複数の半導体レーザからのビームを合成するビーム合成方式の光源を用いるマルチビーム方式の光走査装置が実現されつつある。このようなLDアレイ方式やビーム合成方式の光源を用いると、シングルビーム方式の光走査装置の場合と同様、

光源から被走査面に至る光路上の光学系を複数ビームで共通化して使用できるので、機械的変動に対して安定性のよいマルチビーム方式の光走査装置が可能になる。1200 dpiあるいは2400 dpiといった高密度の光走査を、マルチビーム方式の光走査で実現するには、光源における発光源の間隔（LDアレイ方式では、LDアレイにおける各発光源の間隔、ビーム合成方式では、合成されたビームの仮想的な発光源間隔）を小さくする必要がある。

【0005】例えば、複数ビームが同時走査する複数走査線のピッチが1走査線分である場合、即ち、所謂隣接走査の場合で、2400 dpiの走査密度を実現しようとすると、光源に於ける発光源の間隔は一般に10  $\mu$ mよりも小さいものになる。光源として、モノリシックな半導体レーザアレイを用いる場合を考えると、モノリシックな半導体レーザアレイでは、発光源の間隔が10  $\mu$ mよりも小さくなると、1つの発光源の点滅が隣接する発光源の点滅に「熱的・電氣的」に影響するようになり、個々の発光源を独立して変調制御することが難しくなる。また、光源としてビーム合成方式のものの場合であると、合成されたビームの仮想的な発光源の副走査方向の間隔を極めて小さく、しかも、精度良く調整する必要があり、ビーム合成に伴う調整が面倒である。光源における発光源の間隔をある程度大きくして、なおかつ高密度のマルチビーム走査を実現するには、隣接ビームが被走査面上で1走査線分以上の間隔をあけて走査を行う、所謂「飛越し走査」を行えばよい。しかし、隣接ビームが飛び越す走査線数（飛越し次数）が大きくなると、「ビームが走査光学系を通過する位置」が、ビームごとに副走査方向に大きく異なるようになる。そうなると、走査光学系の光学作用がビーム毎に同じにならず、特に、副走査方向の倍率が光スポットの像高と共に変動し、走査線ピッチが「像高と共に大きく変動する」ことになる。従って、飛越し走査における飛越し次数は、あまり大きくない「適正な次数」であることが必要である。高密度の光走査を実現するには、マルチビーム走査方式においても、被走査面上に結像する個々の光スポットのスポット径を小さくする必要があることは当然であり、このために、光源と被走査面との間に配備される光学系の横倍率を小さくすることが必要であること、各偏向ビームを被走査面上に集光するための走査光学系の倍率も極力小さく抑えることが必要であることは、シングルビーム方式の場合と何ら変わらない。1200 dpiや2400 dpiといった高密度の光走査をマルチビーム方式の光走査で実現するには、飛越し走査を行うことにより、光源における発光源間が極端に狭くならないようにしつつ、飛越し次数を適当にし、走査線ピッチの像高による大きな変動を抑えるのが良い。また、マルチビーム方式、シングルビーム方式を問わず、走査光学系は、なるべく横倍率が小さく、バック長が長いものであ

ることが好ましい。また、マルチビームでは、光源と光偏向器間に配備される光学系を複数ビームに共通することが、機械的変動に対する光走査の安定性の観点から望ましい。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、シングルビーム方式、マルチビーム方式を問わず、走査光学系のバック長を確保しつつ副走査方向の横倍率を小さくし、小径の光スポットを実現できる走査光学系の実現を課題とする。この発明はまた、上記走査光学系を使用することにより、高密度化に適応できるシングルビーム方式およびマルチビーム方式の光走査装置の実現を他の課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明の走査光学系は「光偏向器により偏向されるビームを被走査面上に光スポットとして集光させる光学系」であって、以下の如き特徴を有する（請求項1）。即ち、走査光学系は、2枚のレンズにより構成される。光偏向器側のレンズは「主走査方向に正の屈折力、副走査方向に負の屈折力を有する」ものであり、被走査面側のレンズは「副走査方向に正の屈折力を有する」ものである。走査光学系の中心像高の副走査方向横倍率： $\beta_2$ は、条件：

$$(1) \quad 0.5 \leq |\beta_2| \leq 1.0$$

を満足する。

【0008】この請求項1記載の走査光学系において、少なくとも2つのレンズ面は、副走査方向の曲率が主走査方向に変化し、上記少なくとも2つのレンズ面のうちの少なくとも1面は、副走査方向の曲率変化が主走査方向に非対称であって、中心像高の副走査方向横倍率： $\beta_2$ 、任意像高の副走査方向横倍率： $\beta_h$ が、条件：

$$(2) \quad 0.93 \leq |\beta_h/\beta_2| \leq 1.07$$

を満足することが好ましい。この請求項2記載の走査光学系においては、副走査方向の曲率が主走査方向に変化する面における曲率変化が「2以上の極値」を有し、少なくとも1つの極値は、その主走査方向の位置： $h_e$ が、+像高側または-像高側の、光軸からの有効レンズ高さ： $h_{max}$ に対し、条件：

$$(3) \quad |h_e/h_{max}| \geq 0.5$$

を満足することが好ましい（請求項3）。「副走査方向の曲率」は、レンズ面を「レンズ面近傍において主走査方向に直交する仮想的な断面（以下、「副走査断面」という）で切断」したとき、副走査断面内におけるレンズ面の曲率をいう。従って、上記「副走査方向の曲率が主走査方向に変化する」とは、上記副走査断面に位置を主走査方向に変化させたとき、副走査断面の位置に応じて、副走査方向の曲率が変化することを意味する。上記請求項3記載のマルチビーム走査光学系においては、副走査方向の曲率が主走査方向に変化する少なくとも2つのレンズ面が「面間に空気間隔を有する」ことが好まし

い（請求項4）。上記請求項1～4の任意の1に記載の走査光学系は勿論、シングルビーム方式の光走査装置に使用できるが、「同時に偏向される複数ビームを被走査面上に、複数の光スポットとして集光する」ために用いることもできる（請求項5）。

【0009】請求項6記載の光走査装置は、シングルビーム方式の光走査装置である。即ち、この光走査装置は「光源からのビームをカップリングレンズにより以後の光学系にカップリングし、カップリングされたビームを線像結像光学系により、光偏向器の偏向反射面近傍に、主走査方向に長い線像として結像させ、光偏向器により等角速度的に偏向させ、偏向ビームを、走査光学系により被走査面上に光スポットとして集光させ、被走査面を走査するシングルビーム方式の光走査装置において、走査光学系として、上記請求項1～4の任意の1に記載の走査光学系を用いたことを特徴とする。請求項7記載の光走査装置は、マルチビーム方式の光走査装置である。

【0010】即ち、この光走査装置は「複数の発光源からのビームをカップリングレンズにより以後の光学系にカップリングし、カップリングされた複数ビームを共通の線像結像光学系により、光偏向器の偏向反射面位置近傍に主走査方向に長く、副走査方向に分離した複数の線像として結像させ、光偏向器により同時に等角速度的に偏向させ、偏向ビームを、共通の走査光学系により、被走査面上に、副走査方向に分離した複数の光スポットとして集光し、これら複数の光スポットにより複数走査線を同時走査するマルチビーム方式の光走査装置において、共通の走査光学系として、上記請求項5記載のマルチビーム走査光学系を用いたことを特徴とする。カップリングレンズは複数ビームに対して、個別的としても共通化してもよい。この請求項7記載のマルチビーム方式の光走査装置において、光源として「複数の発光源が副走査方向に配列したモノリシックな半導体レーザーアレイ」を用いることができる（請求項8）。この場合、半導体レーザーアレイの発光源の間隔は「10 $\mu$ m以上」であることが好ましい（請求項9）。

【0011】シングルビーム方式でもマルチビーム方式でも、光走査装置の「副走査方向の横倍率（光源から被走査面に至る光路上に配備される全光学系の、副走査方向に関する横倍率）」は、光源と光偏向器との間に配備される光学系の副走査方向の横倍率： $|\beta_1|$ と、光偏向器以後に配備される走査光学系の副走査方向の横倍率： $|\beta_2|$ との積で与えられる。上記 $|\beta_1|$ は、カップリングレンズの焦点距離： $f_{cup}$ とシリンドリカルレンズ（線像結像光学系）の焦点距離： $f_{cyl}$ との比であり、一般に、 $|f_{cyl}/f_{cup}| \geq 4$ が必要である。即ち、 $|\beta_1|$ が4より小さいと、カップリングレンズの焦点距離が大きくなり、光の利用効率を確保するのに開口数を大きくしなければならず、カップリングレンズの設計製作が困難になる。また、線像結像光学系の焦点距

離が短くなり、光偏向器の周囲での光学配置の相互干渉が生じ易く、光学的なレイアウトが困難になる。上記 $|\beta_2|$ は、 $|\beta_2| \geq 0.5$ が「実用的に使える範囲」である。 $|\beta_2|$ が0.5より小さいと、一般に、被走査面側のレンズが、感光体に近づき過ぎ、該レンズの主走査方向の全長が長くなるため、加工が困難になり、レンズの製造コストも高くなる。また「長いバック長の確保」も難しい。従って、全系の副走査横倍率： $|\beta|$ としては、 $|\beta_1| \cdot |\beta_2| = 4 \times 0.5 = 2$ 倍程度が下限となる。また、走査光学系が拡大倍率（ $|\beta_2| > 1$ ）であると、光スポットの小径化が困難になる。即ち、走査光学系は、副走査方向の倍率： $|\beta_2| \geq 0.5$ の範囲で、できるだけ縮小型であること、即ち「 $(0.5 \leq |\beta_2| \leq 1.0)$ 」であることが望ましい。

【0012】請求項1記載のマルチビーム走査光学系は、主走査方向においては、光偏向器側のレンズに正の屈折力を与えて、 $f\theta$ 特性等の「等速度特性」を確保するとともに、副走査方向においては、光偏向器側から順に「負・正の屈折力配分」とすることにより所謂「レトロフォーカス型」としている。このため、実際のレンズ配置におけるよりも被走査面側に「副走査方向の後側主点」を配置でき、バック長を長くすることが可能となり、走査光学系を「副走査方向で縮小型」にすることが可能になる。そして、副走査方向の横倍率： $|\beta_2|$ を上記(1)式の範囲とすることにより、被走査面側レン

1200dpi

	隣接走査	3次飛越し	5次飛越し	7次飛越し
同時走査ピッチ	21.17	63.5	105.85	148.19
必要レーザアレイピッチ	10.59	31.75	52.93	74.10
2400dpi				

	隣接走査	3次飛越し	5次飛越し	7次飛越し
同時走査ピッチ	10.58	31.75	52.92	74.08
必要レーザアレイピッチ	5.29	15.88	26.46	37.04

上記において、例えば「3次飛越し」とあるのは、被走査面を走査する隣接ビームが「2走査線を介して同時走査」する場合であり、以下同様である。

【0014】一般に、光走査装置の「全系の副走査方向の横倍率： $|\beta|$ 」は、上記2倍より大きくした方が、走査光学系は製作し易くなるが、反面、半導体レーザアレイの発光源ピッチは上記のものより更に小さくなり、半導体レーザアレイを光源とする場合、その製造が困難になる。特に、 $10\mu\text{m}$ 以下の発光源間隔の半導体レーザアレイでは発光源相互の熱的・電氣的干渉が大きく、個々の発光源が「独立した発光源として機能」するようなものを製造することは極めて困難であり、かかる半導体レーザアレイの使用は実用的でない。 $10\mu\text{m}$ 以上、好ましくは $15\mu\text{m}$ 以上の発光源間隔をもった半導体レーザアレイは、熱的・電氣的干渉が小さい範囲で使うことができ、また $15\mu\text{m}$ 以上の発光源間隔でも、上に示

ズの「主走査方向のレンズ全長の長大化」を有効に押さえることができる。また、請求項1記載の走査光学系は、上記の如く「副走査方向においてレトロフォーカス型」であるため、「FNo. (Fナンバ)」を小さくでき、且つ、副走査方向を縮小型にできるので、光スポット径を「より小さく絞る」ことができ、光走査の高密度化に容易に対応できる。また、副走査方向を縮小型にしたことに伴い、「光偏向器の偏向反射面の面倒れの影響」も縮小され、面倒れに起因する「走査線ビッチムラ」が小さくなる。

【0013】また、光源と光偏向器の間の光学系が同じである場合、請求項1記載の走査光学系を用いることにより、全系横倍率を小さくできるので、請求項1記載の走査光学系をLDアレイ方式の光源を用いるマルチビーム方式の光走査装置に用いる場合、半導体レーザアレイの発光源ピッチを大きくでき、発光源相互の熱的・電氣的干渉を軽減できる。また、ビーム合成方式の光源を用いるマルチビーム方式では、合成されたビームの仮想的な発光源の間隔をある程度大きくとることができるので、ビーム合成に要求される精度が緩和される。例えば、前記の「全系の副走査方向の横倍率」として、 $|\beta| = 2$ としてみると、走査密度と半導体レーザアレイの発光源ピッチ（単位： $\mu\text{m}$ ）の関係は、走査密度：1200dpi、2400dpiの各々につき、以下の一覧のようになる。

	隣接走査	3次飛越し	5次飛越し	7次飛越し
同時走査ピッチ	21.17	63.5	105.85	148.19
必要レーザアレイピッチ	10.59	31.75	52.93	74.10
2400dpi				

したように、飛越し走査により2400dpiを実現できる。ところで、良好な光走査を行うには、被走査面上の光スポットの径（主走査方向の径は、信号の電氣的な補正である程度対処できるが、副走査方向の径はこのよう補正ができないので、特に副走査方向のスポット径）が、像高によって大きく変化しないことが重要である。このことは高密度の光走査では特に重要になってくる。「被走査面上の光スポットの副走査方向の径が、像高によって大きく変化しない」ためには、走査光学系の副走査方向の横倍率が像高により大きく変化しないことが必要である。また、走査光学系の副走査方向の横倍率の、像高による変動は、マルチビーム走査方式においては「同時に走査される走査線のピッチ（走査線ピッチという）が像高と共に変化する問題」となって現れる。従って、マルチビーム方式の光走査において、走査線ピッチの「像高による変動」を押さえるには「マルチビーム

走査光学系の副走査方向横倍率を、像高間で一定に補正する」ことが必要である。このことは、走査光学系を構成する2枚のレンズのレンズ面の内の、少なくとも2つのレンズ面で副走査方向の曲率を主走査方向に変化させ、副走査方向のベンディングにより「副走査方向の主点位置を像高に応じて調整する」ことにより実現できる。また、一般に、光偏向器であるポリゴンミラーの回転中心は、走査光学系の光軸から「 $h$ だけずらし」て設置されるため、ビーム偏向に伴い偏向反射面での反射点が変位し、副走査方向の横倍率は「主走査方向において非対称的に変化」する。この非対称な横倍率変化は、上記2つのレンズ面の少なくとも1面を「副走査曲率変化の非対称な面」とすることで補正できる。このとき、シングルビーム方式でもマルチビーム方式でも、有効主走査領域内における「副走査方向の横倍率変化」は10%以下であることが好ましく、より好ましくは7%以下が良い。請求項2記載の発明では、条件(2)の充足により、上記7%以下の副走査方向横倍率変化を実現している。また、マルチビーム方式での光走査の場合、副走査方向の横倍率変化が7%以下であれば、「1200 dpiで7次飛越し走査」を行う場合でも、同時走査ピッチ: 148.19  $\mu\text{m}$ に対し、10.37  $\mu\text{m}$ のピッチ変動となり、1200 dpiでの隣接ピッチ: 21.17  $\mu\text{m}$ の略半分に抑えられる。飛越し走査の場合、ピッチ変動が「隣接ピッチの略半分」であることは、走査線ピッチ変動に対する許容限界であり、5次飛越しや3次飛越しならばさらにピッチ変動を小さく抑えることができる。

【0015】ところで、一般に、倍率を一定に保とうとすると、高次曲線状の像面湾曲を発生しやすく、特にレンズ枚数が少ない光学系では $aH^2 + bH^4$  ( $a$ ,  $b$ は係数、 $H$ は像高)で表されるサジタル(副走査方向に対応)像面湾曲が発生し易い。このサジタル像面湾曲も、ポリゴンミラー回転中心のずれ:  $h$ による「偏向に伴うサグ」により、主走査方向に非対称な像面湾曲となる。上記高次曲線状の像面湾曲は、副走査方向の曲率の変化に「複数の極値」を持たせることにより、レンズ面でのパワーを高次関数的に変化させることで補正できる。このときの副走査方向の像面湾曲の「最大膨らみ位置」の像高:  $H_n$ は、有効書込高さを「 $H_m$ 」としたとき次式で表される。(参考: 近藤文雄著「レンズ設計技法(光学工業技術協会)」p146-P148)

$$H_n = (1/\sqrt{2}) \times H_m = 0.71 \times H_m$$

上記像高: 0.71  $H_m$ 近傍の「像面湾曲の膨らみ」を補正するには、その位置に対応するレンズ面位置の近傍に、副走査方向の曲率変化の極値を持たせることが有効となる。また、4次を超える高次の像面湾曲も補正することも考慮して、請求項3記載の発明では、上記極値の位置:  $h_e$ がレンズの有効高さ:  $h_{\text{max}}$ とともに、前記条件(3)を満足するようにしている。

【0016】上記請求項2記載のマルチビーム走査光学系のように、少なくとも2つのレンズ面で「副走査方向の曲率を主走査方向に変化させ、副走査方向でベンディングさせて副走査方向の主点位置を調整する」場合、これら2つのレンズ面の面間隔が広い方が、主点位置の変化量を大きくとることができ、ベンディングにより副走査方向の横倍率を調整できる範囲が広がる。このため、請求項4記載の発明では、走査光学系の中で、上記2つのレンズ面の間隔を大きく取れるように、これらの2つのレンズ面間に空気間隔を有するようにした。後述の実施例では、光偏向器側から数えて第2面と第3面の間を空気間隔としているが、当該2面を「第1面と第3面」などとし、その間に光学材料と空気間隔とが介在するようにしてもよい。また、請求項7記載のマルチビーム方式の光走査装置のように、カップリングレンズされた各ビームに就き、線像結像光学系から走査光学系までを、複数ビームに共通化することにより、線像結像光学系以下をシングルビーム方式の光走査装置と同様に構成することができ、機械的変動に対し、極めて安定性の良いマルチビーム走査装置を実現できる。マルチビーム方式の光走査装置の場合、光源としては、LDアレイ方式のものでも、ビーム合成方式のものでも利用できる。LDアレイ方式の光源を用いる場合、請求項9記載の発明のように、半導体レーザアレイの発光源の間隔を10  $\mu\text{m}$ 以上とすることにより、発光源間の熱的・電氣的な影響を有効に軽減して良好なマルチビーム走査を行うことが可能になる。

【0017】

【発明の実施の形態】図8に、この発明の光走査装置の実施の1形態を要部のみ示す。図8に示す光走査装置はシングルビーム方式のものである。半導体レーザである光源1Aから放射されたビームは発散性の光束で、カップリングレンズ2により、以後の光学系にカップリングされる。カップリングされたビームの形態は、以後の光学系の光学特性に応じ、弱い発散性の光束や弱い集束性の光束となることも、平行光束となることもできる。カップリングレンズ2を透過したビームは、アパーチャ3の開口部を通過する際、光束周辺部を遮断されて「ビーム整形」され、「線像結像光学系」であるシリンドリカルレンズ4に入射する。シリンドリカルレンズ4は、パワーの無い方向を主走査方向に向け、副走査方向には正のパワーを持ち、入射してくるビームを副走査方向に集束させ、「光偏向器」であるポリゴンミラー5の偏向反射面近傍に集光させる。偏向反射面により反射されたビームは、ポリゴンミラー5の等速回転に伴い等角速度的に偏向しつつ、「走査光学系」をなす2枚のレンズ6, 7を透過し、折り曲げミラー8により光路を折り曲げられ、「被走査面」の実体をなす光導電性の感光体9上に光スポットとして集光し、被走査面を光走査する。なお、ビームは、光走査に先立ってミラー10に入射

し、レンズ11により受光素子12に集光される。受光素子12の出力に基づき、光走査の書き込み開始タイミングが決定される。

【0018】「走査光学系」は、光偏向器5により偏向されるビームを、被走査面9上に光スポットとして集光させる光学系であって、2枚のレンズ6、7により構成される。光偏向器5側のレンズ6は、主走査方向に正の屈折力、副走査方向に負の屈折力を有するものである。被走査面9側のレンズ7は、副走査方向に正の屈折力を有する。走査光学系は、中心像高の副走査方向横倍率： $\beta_2$ が、条件「 $0.5 \leq |\beta_2| \leq 1.0$ 」を満足する（請求項1）。また、この実施の形態において、レンズ6、7の4つのレンズ面のうち、少なくとも2つのレンズ面は、副走査方向の曲率が主走査方向に変化し、上記少なくとも2つのレンズ面のうちの少なくとも1面は、副走査方向の曲率変化が主走査方向に非対称で、中心像高の副走査方向横倍率： $\beta_2$ 、任意像高の副走査方向横倍率： $\beta h$ が条件「 $0.93 \leq |\beta h / \beta_2| \leq 1.07$ 」を満足し（請求項2）、上記主走査方向に非対称な曲率変化は2以上の極値を有し、そのうちの少なくとも1つの極値は、その主走査方向の位置： $h_e$ が、+像高側または-像高側の、光軸からの有効レンズ高さ： $h_{max}$ に対し、条件「 $|h_e / h_{max}| \geq 0.5$ 」を満足する（請求項3）。

そして、副走査方向の曲率が主走査方向に変化する少なくとも2つのレンズ面が、面間に空気間隔を有する（請求項4）。即ち、図8に実施の形態を示すシングルビーム方式の光走査装置は、光源からのビームをカップリングレンズ2により以後の光学系にカップリングし、カップリングされたビームを線像結像光学系4により光偏向器5の偏向反射面近傍に主走査方向に長い線像として結像させ、光偏向器5により等角速度的に偏向させ、偏向ビームを共通の走査光学系6、7により、被走査面9上に光スポットとして集光し、被走査面9を光走査する光走査装置であって、走査光学系6、7として、請求項1、2、3、4記載の走査光学系を用いたものである（請求項6）。図9に、この発明のマルチビーム方式の光走査装置の実施の1形態を示す。繁雑を避けるため、混同の虞れが無いと思われるものについては、図8における同一の符号を付した。光源1は半導体レーザアレイであって、4つの発光源ch1～ch4を等間隔で副走査方向に配列したものである。発光源ch1～ch4の相互の間隔は、 $10\mu\text{m}$ 以上である。4つの発光源ch1～ch4から放射された4ビームは、図に示すように「楕円形のファーフールドパターン」の長軸方向が主走査方向に向いた発散性の光束であるが、4ビームに共通のカップリングレンズ2により、以後の光学系にカップリングされる。カップリングされた各ビームの形態は、以後の光学系の光学特性に応じ、弱い発散性の光束や弱い集束性の光束となることも、平行光束となることもできる。カップリングレンズ2を透過

した4ビームは、アパーチャ3により、それぞれビーム整形され、「共通の線像結像光学系」であるシリンドリカルレンズ4の作用により、それぞれ副走査方向に集束され、ポリゴンミラー5の偏向反射面近傍に、それぞれが主走査方向に長い線像として、互いに副走査方向に分離して結像する。偏向反射面により等角速度的に偏向された4ビームは、走査光学系である2枚のレンズ6、7を透過し、折り曲げミラー8により光路を折り曲げられ、感光体9上に、副走査方向に分離した4つの光スポットとして集光し、被走査面上の4走査線を同時に光走査する。ビームの1つは、光走査に先立ってミラー10に入射し、レンズ11により受光素子12に集光される。受光素子12の出力に基づき、4ビームの光走査の書き込み開始タイミングが決定される。

【0019】「走査光学系」は、光偏向器5により同時に偏向される4ビームを、被走査面9上に4つの光スポットとして集光させる光学系であって、2枚のレンズ6、7により構成される。これらレンズ5、6は、図8に即して説明したのと同様のものであり、中心像高の副走査方向横倍率： $\beta_2$ が、条件「 $0.5 \leq |\beta_2| \leq 1.0$ 」を満足する（請求項1）。また、図8の実施の形態と同様、レンズ6、7の4つのレンズ面のうち、少なくとも2つのレンズ面は、副走査方向の曲率が主走査方向に変化し、上記少なくとも2つのレンズ面のうちの少なくとも1面は、副走査方向の曲率変化が主走査方向に非対称であり、中心像高の副走査方向横倍率： $\beta_2$ 、任意像高の副走査方向横倍率： $\beta h$ が、条件（2）を満足し（請求項2）、非対称な曲率変化は2以上の極値を有し、そのうちの少なくとも1つの極値は、その主走査方向の位置： $h_e$ が、+像高側または-像高側の、光軸からの有効レンズ高さ： $h_{max}$ に対し、条件（3）を満足する（請求項3）。即ち、図9に実施の形態を示すマルチビーム方式の光走査装置は、複数の発光源ch1～ch4からのビームを、共通のカップリングレンズ2により以後の光学系にカップリングし、カップリングされた複数ビームを、共通の線像結像光学系4により、光偏向器5の偏向反射面近傍に主走査方向に長く、副走査方向に分離した複数の線像として結像させ、光偏向器5により同時に等角速度的に偏向させ、偏向ビームを共通の走査光学系6、7により、被走査面9上に、副走査方向に分離した複数の光スポットとして集光し、これら複数の光スポットとにより複数走査線を同時走査するマルチビーム走査装置であって、共通の走査光学系6、7として、請求項5記載のマルチビーム走査光学系を用いたものであり（請求項7）、光源として、複数の発光源ch1～ch4が副走査方向に配列したモノリシックな半導体レーザアレイ1を用い（請求項8）、半導体レーザアレイ1の発光源ch1～ch4の相互の間隔は $10\mu\text{m}$ 以上である（請求項9）。

【0020】図10に、この発明のマルチビーム方式の



光走査装置の実施の1形態を示す。この光走査装置は、光源としてビーム合成方式のものを用いるものである。光源1-1、1-2は半導体レーザーアレイであって、それぞれ単一の発光源を持つ。光源1-1、1-2から放射された各ビームは、カップリングレンズ2-1、2-2によりカップリングされる。カップリングされた各ビームの形態は、以後の光学系の光学特性に応じ、弱い発散性の光束や弱い集束性の光束となることも、平行光束となることもできる。カップリングレンズ2-1、2-2を透過した各ビームは、アパーチャ3-1、3-2によりビーム整形され、ビーム合成プリズム20に入射する。ビーム合成プリズム20は、反射面と、偏光分離膜と1/2波長板とを有する。光源1-2からのビームは、ビーム合成プリズム20の反射面と、偏光分離膜とに反射されてビーム合成プリズム20を射出する。光源1-1からのビームは1/2波長板により偏光面を90度旋回され、偏光分離膜を透過してビーム合成プリズム20から射出する。このようにして、2ビームが合成される。カップリングレンズ2-1、2-2の光軸に対する光源1-1、1-2の発光部の位置関係の調整により、ビーム合成された2ビームは互いに副走査方向に微小角をなしている。ビーム合成された2ビームは、共通の線像結像光学系であるシリンドリカルレンズ4により、ポリゴンミラー5の偏向反射面近傍に、それぞれが主走査方向に長い線像として、互いに副走査方向に分離して結像する。ポリゴンミラー5により等角速度的に偏向された2ビームは、走査光学系をなす2枚のレンズ6、7を透過し、折り曲げミラー8により光路を折り曲げられ、光導電性の感光体9上に、副走査方向に分離した2つの光スポットとして集光し、被走査面上の2走査線を同時に光走査する。なお、ビームの1つが同期検知されることは図9の形態と同様である。

【0021】「走査光学系」は、光偏向器5により同時に偏向される上記2ビームを、被走査面9上に2つの光スポットとして集光させる光学系であって、2枚のレンズ6、7により構成され、レンズ6は、主走査方向に正の屈折力、副走査方向に負の屈折力を有し、レンズ7は、副走査方向に正の屈折力を有する。レンズ5、6による走査光学系の、中心像高の副走査方向横倍率： $\beta_2$ は条件(1)を満足する(請求項1)。この実施の形態においても、レンズ6、7の4つのレンズ面のうち、少なくとも2つのレンズ面は、副走査方向の曲率が主走査方向に変化し、上記少なくとも2つのレンズ面のうちの少なくとも1面は、副走査方向の曲率変化が主走査方向に非対称であり、中心像高の副走査方向横倍率： $\beta_2$ 、任意像高の副走査方向横倍率： $\beta_h$ が条件(2)を満足し(請求項2)、非対称な曲率変化は2以上の極値を有し、そのうちの少なくとも1つの極値は、その主走査方向の位置： $h_e$ が、+像高側または-像高側の、光軸からの有効レンズ高さ： $h_{max}$ に対し、条件(3)を満足

する(請求項3)。即ち、図10に実施の形態を示すマルチビーム走査装置は、複数の発光源1-1、1-2からのビームを、カップリングレンズ2-1、2-2により以後の光学系にカップリングし、カップリングされた複数のビームを、共通の線像結像光学系4により、光偏向器5の偏向反射面近傍に主走査方向に長く、副走査方向に分離した複数の線像として結像させ、光偏向器5により同時に等角速度的に偏向させ、偏向ビームを共通の走査光学系6、7により、被走査面9上に、副走査方向に分離した複数の光スポットとして集光し、これら複数の光スポットとにより複数走査線を同時走査するマルチビーム走査装置であって、共通の走査光学系6、7として、請求項5記載のマルチビーム走査光学系を用いたものである(請求項7)。

【0022】

【実施例】以下、上に説明した3種の実施の形態に共通に用いられる走査光学系について、図9に示したLDアレイ方式の光源を用いる場合の具体的な実施例を説明する。図1に、実施例光学系の「主走査方向に関するレイアウト」を示す。光源側からのビームの光路は、シリンドリカルレンズ4とポリゴンミラー5との間で、ミラー41により屈曲される。また、ポリゴンミラー5は、その「風切り音」等の騒音を外部に対して遮断するため、防音ハウジング内に設けられ、この防音ハウジングには防音ガラス15が設けられている。光源側からの4ビームは、防音ガラス15を介してポリゴンミラー5の偏向反射面に入射し、偏向反射面により反射された4ビーム(偏向ビーム)は、防音ガラス15を介してレンズ6へ入射する。また、これら光学系はケーシング内に収納されるが、該ケーシングから4ビームを射出させる「窓」には、ケーシング内への塵埃の侵入を防止するための防塵ガラス16が設けられ、従って、4ビームは防塵ガラス16を介して射出し、被走査面9を光走査する。被走査面9は勿論、実体的には感光体の表面である。

【0023】以下、具体的なデータを挙げる。光源1である半導体レーザーアレイは、4つの発光源ch1、ch2、ch3、ch4を有する。これら発光源が副走査方向に配列するように、半導体レーザーアレイの態位が設定される。半導体レーザーアレイはカバーガラスを有し、各発光源からカバーガラスの入射側面に至る距離は0.449mmである。マルチビーム走査は、4光スポットによる「5次飛越し走査(隣接する2つの光スポットの間に4走査線が介在する)」である。

「半導体レーザーアレイ」

発光源数：4 (ch1~ch4)

発光源ピッチ(隣接する発光源間の距離)：30.4  $\mu$ m

カップリングレンズ2は入射側面が平面で、射出側面が共軸非球面であり、入射してくる各ビームを「平行光束」に変換する。即ち、

## 「カップリングレンズ」

焦点距離：14.85mm

カップリング作用：コリメート作用

## 「シリンドリカルレンズ」

副走査方向の焦点距離：70.18mm

## 「ポリゴンミラー」

偏向反射面数：5

内接円半径：13mm

回転軸とマルチビーム走査光学系の光軸との距離：h=

5.22mm

光源側からのビームの入射方向（副走査方向に直交する面への射影状態における入射方向）とマルチビーム走査光学系の光軸とがなす角：60度

以下、具体的なデータを挙げる。データ表記の記号につき説明すると、曲率半径を、主走査方向につき「Rm」、副走査方向につき「Rs」、屈折率を「n」で表す。なお、以下のデータにおける「Rm, Rs」は、円弧形状以外については「近軸曲率半径」である。

【0024】

## 「光源1とポリゴンミラー5との間にある光学系のデータ」

	面番号	Rm	Rs	L	n	面形状
カバーガラス	1	∞	∞	0.3	1.514	平面
	2	∞	∞	11.5884		平面
カップリングレンズ	3	∞	∞	3.8	1.51436	平面
	4	-7.638	-7.638	14.8643		共軸非球面
アパーチャ	5	∞	∞	99		平面
シリンドリカルレンズ	6	∞	36.1	3	1.51436	シリンドラ面
	7	∞	∞	27.361		平面
折り曲げミラー	8	∞	∞	17		平面
防音ガラス	9	∞	∞	2	1.51433	平面
	10	∞	∞	20.716		平面

このデータで、Lは「面間隔」である。

【0025】

## 「ポリゴンミラーと被走査面との間にある光学系のデータ」

	面番号	Rm	Rs	x	y	α	β	n
偏向反射面	0	∞	∞	25.44	1.588			
防音ガラス	1	∞	∞	2.01	0	8	-2	1.51433
	2	∞	∞	25.42	0	8	-2	
レンズ6	3	-312.60	-312.60	31.40	0			1.52716
	4	-82.95	104.02	78.00	0			
レンズ7	5	-500.00	-63.50	3.50	0			1.52716
	6	-1000.0	-23.38	44.5	0			
防塵ガラス	7	∞	∞	3.0			-2	1.51433
	8	∞	∞	95.88			-2	

このデータにおいて、xはマルチビーム走査光学系の光軸上の面間隔、「y」は主走査方向で、ポリゴンミラーへのビーム入射側が+である。「α」は主走査方向のチルト角、「β」は副走査方向のチルト角であり、これらα、βの単位は「度」である。レンズ6の面形状は、入射側（上記面番号3）は「共軸非球面」、射出側（上記面番号4）は「主走査方向が非円弧形状で、副走査方向が円弧形状」である。レンズ7の面形状は、入射側（上

記面番号5）は「主・副走査方向ともに非円弧形状」であり、射出側（上記面番号6）は「主・副走査方向とも円弧形状のトロイダル面」である。

【0026】「共軸非球面」は、光軸からのレンズ高さ：Hに対する、光軸位置（H=0）のレンズ面からの光軸方向のデプス差：Xで示される。即ち、円数定数：K、近軸曲率半径：R（Rm=Rs）、高次の係数：A<sub>4</sub>、A<sub>6</sub>・・・を用いて、次式（4）で表される。

$$X = (H^2/R) / [1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}] + A_4 \cdot H^4 + A_6 \cdot H^6 + A_8 \cdot H^8 \cdots \quad (4)$$

【0027】レンズ6の射出側面（上記面番号4）及びレンズ7の入射側面（上記面番号5）では、副走査方向の曲率（副走査断面内の曲率）が主走査方向に変化している。また、これらの面は、光軸を含み主走査方向に平行な平断面（以下、「主走査断面」という）内における

レンズ面形状が「非円弧形状」である。光軸における主走査断面内の近軸曲率半径：Rm、光軸からの主走査方向の距離をY、主走査断面内の円錐常数：Kおよび高次係数をA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub>、A<sub>6</sub>、・・・とし、副走査方向における主走査断面からのレンズ高さをZ、光軸を

含む副走査断面内の曲率半径を $R_{s0}$ とし、主走査方向の座標：Yにおける副走査断面内における曲率を $C_s$ とし

て、上記面番号4、5の面形状を、光軸方向のデプスをXとして次式(5)で表す。

$$X = (Y^2/R_m) / [1 + \sqrt{1 - (1+K)(Y/R_m)^2}] + A_1 \cdot Y + A_2 \cdot Y^2 + A_3 \cdot Y^3 + A_4 \cdot Y^4 + A_5 \cdot Y^5 + A_6 \cdot Y^6 + \dots + (Z^2 \cdot C_s) / [1 + \sqrt{1 - (Z \cdot C_s)^2}] \quad (5)$$

ここに、主走査方向の座標：Yの位置における副走査断

面内の曲率： $C_s$ は、次式(6)で表される。

$$C_s = (1/R_{s0}) + B_1 \cdot Y + B_2 \cdot Y^2 + B_3 \cdot Y^3 + B_4 \cdot Y^4 + B_5 \cdot Y^5 + \dots \quad (6)$$

ここで、 $B_1, B_3, B_5, \dots$ に「ゼロ以外の数値」を代入した場合、副走査断面内の曲率が主走査方向に非対称となる。この場合、このレンズ面は回転対称軸を持たないので、光軸は「レンズ面の形状を表す座標原点を通るX軸」を意味している。表1に、マルチビーム走査光学

系における上記面番号3、4、5の面形状を特定するための係数を記す。

【0028】

【表1】

面番号	係数		係数	
3	K	2.6671	-	
	$A_4$	$1.7857 \times 10^{-7}$	-	
	$A_6$	$-1.0807 \times 10^{-12}$	-	
	$A_8$	$-3.1812 \times 10^{-14}$	-	
	$A_{10}$	$3.7403 \times 10^{-18}$	-	
4	K	0.0193	$B_2$	$-2.1855 \times 10^{-7}$
	$A_4$	$2.5031 \times 10^{-7}$	$B_4$	$-6.8348 \times 10^{-10}$
	$A_6$	$9.6058 \times 10^{-12}$	$B_6$	$1.9548 \times 10^{-13}$
	$A_8$	$4.5447 \times 10^{-15}$	$B_8$	$8.6565 \times 10^{-18}$
	$A_{10}$	$-3.0343 \times 10^{-18}$	$B_{10}$	$-1.3677 \times 10^{-20}$
			$B_{12}$	$-3.2528 \times 10^{-24}$
			$B_{14}$	$4.7205 \times 10^{-28}$
			$B_{16}$	$3.9957 \times 10^{-31}$
			$B_{18}$	$-5.8552 \times 10^{-35}$
5*	K	-71.7319	$B_1$	-9.5132-07
	$A_1$	0	$B_2$	-1.0179-06
	$A_3$	0	$B_3$	2.9721-10
	$A_4$	$4.3256 \times 10^{-8}$	$B_4$	7.5379-11
	$A_5$	0	$B_5$	-2.9473-14
	$A_6$	$-5.9729 \times 10^{-13}$	$B_6$	5.4844-16
	$A_7$	0	$B_7$	4.1734-19
	$A_8$	$-1.2819 \times 10^{-16}$	$B_8$	-1.9406-19
	$A_9$	0	$B_9$	1.0447-22
	$A_{10}$	$5.7297 \times 10^{-21}$	$B_{10}$	-1.2851-23
			$B_{11}$	2.1339-27
			$B_{12}$	5.0995-29
			$B_{13}$	-4.6561-31
			$B_{14}$	7.5063-32
			$B_{15}$	-4.4273-35
			$B_{16}$	5.8948-36
			$B_{17}$	2.6911-39
			$B_{18}$	-3.4755-40

【0029】レンズ6の射出側面(上記面番号4)は、副走査方向の曲率が、図2示すように、主走査方向に非対称に変化する面(このことは、表1に示すように係

数： $B_i$ における $i$ が奇数のものが0であることから明らかである)である。レンズ7における入射側の面(上記面番号5)は、副走査方向の曲率の変化が主走査方向

に非対称な面であり、図3に示すように、曲率の主走査方向の変化は「3つの極値」を有している。これら面番号4, 5の2つのレンズ面で「副走査方向にベンディング」を行うことにより、図4に示すように、副走査方向の横倍率が均一化されている。

【0030】この実施例では、マルチビーム走査光学系の副走査方向の共役長（ポリゴンミラーの偏向反射面から被走査面に至る距離）：309.15mmに対し、その半分近い長さをバック長：143.38としている。マルチビーム走査光学系をレンズ2枚で構成する場合、従来のもののように、各レンズの副走査方向の屈折力を「正と正の組合わせ」とすると、「副走査方向の共役長の半分近いバック長を確保」しつつ、副走査方向の後側主点を「副走査方向の共役長の中間位置よりも被走査面側」に設定することはできず、そのためマルチビーム走査光学系を副走査方向において縮小型にできず、等倍に近い拡大型（ $|\beta_2| \sim 1.1$  倍程度）とするのが限度であった。これに対し、この発明の走査光学系は、副走査方向の屈折力を、光偏向器側のレンズにつき負、被走査面側レンズにつき正とすることにより、所謂レトロフォーカス型にしたので、副走査方向の後側主点を「より被走査面側」に設定することができ、副走査方向の結像を縮小型にできる。

【0031】図6に、副走査方向における光路図を示す。光偏向器後のマルチビーム走査光学系の副走査方向の横倍率： $|\beta_2|$ は0.73倍である。

【0032】光偏向器よりも光源側の光学系の副走査方向の横倍率： $|\beta_1|$ は、上記カップリングレンズとシリンドリカルレンズの焦点距離：14.85mm, 70.18mmを用いて、 $70.18/14.85=4.73$ 倍であり、従って全系の副走査方向の横倍率 $|\beta|$ は略3.45となり、これを光線追跡で正確にもとめると、 $|\beta|=3.48$ である。半導体レーザーアレイにおける発光源ピッチ：30.4 $\mu\text{m}$ であるから、被走査面上での光スポットの副走査方向の配列ピッチは105.8 $\mu\text{m}$ である。走査密度1200dpiでは隣接する走査線間隔は、21.17 $\mu\text{m}$ であるが、この実施例における光スポットの副走査方向の配列ピッチは105.8 $\mu\text{m}$ であり、これは上記21.17 $\mu\text{m}$ の5倍であるから、5次飛越し走査を実現することができる。図5は、1200dpiを4ビームで「5次飛越し走査」したときの走査線の状態を示す。図の上方における「走査線の空き」は、飛越し走査で書き始め時に空く間隙である。図から分かるように、書き込まれた「間隔：21.17 $\mu\text{m}$ の隣接走査走査線」は、副走査方向の曲がりの向き（図で上側に凸）は同じになり、曲がり量は9 $\mu\text{m}$ である。また、ピッチ変動は、最大で0.17 $\mu\text{m}$ と小さく良好である。図7には、光源における発光源ch1, ch2, ch3, ch4のそれぞれから放射されたビームに対する、像面湾曲（実線：副走査方向、破線：主走査

方向）と等速度特性（実線：リニアリティ、破線： $f\theta$ 特性）を示す。(a), (b), (c), (d)がそれぞれ、発光源ch1, ch2, ch3, ch4からのビームに対応する。各ビームにつき、主・副走査方向の像面湾曲は0.2mm以下に抑えられ、リニアリティは0.2%程度と、等速度特性も良好である。

【0033】また、上述の如く、 $|\beta_2|=0.73$ であるから、(1)式を満たす。副走査方向の曲率が「主走査方向に非対称に変化」するレンズ面（レンズ7の入射側面：上記面番号5）は、曲率の変化が3つの極値を有し、その内、光軸以外に位置する2つの極値は、主走査方向の位置： $h_e$ が+像高側または-像高側の光軸からの有効レンズ高さ： $h_{\text{max}}$ に対して、

$$|(h_e)/(h_{\text{max}})| = |\pm 102/\pm 110| = 0.927$$

となり(3)式を満足している。さらに、 $|\beta h/\beta_2|$ は0.998~1.0077の範囲であり(2)式を満たす。

【0034】なお、上記実施例において、走査光学系の副走査方向のFNo.は31.7であり、従来、例えば特開平8-297256号で提案されたマルチビーム走査光学系のFNo.：52~73.5に比して明るく、ビームスポット径を「より小さく絞る」ことができ、高密度化を図れる。

【0035】また、上記実施例では、走査光学系の2枚のレンズ6, 7をプラスチック材料で構成しているが、勿論、ガラス材料を使っても良く、またプラスチック材料とガラス材料を組合わせてもよい。

【0036】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、新規な走査光学系と光走査装置を実現できる。この発明の走査光学系は、副走査方向において光偏向器側から順に負・正の屈折力配分とした「レトロフォーカス型」であり、実際のレンズ配置におけるよりも被走査面側に「副走査方向の後側主点」を配置できるので、シングルビーム方式とマルチビーム方式とを問わず、長いバック長を確保しつつ、走査光学系を「副走査方向で縮小型」にでき、副走査方向横倍率： $|\beta_2|$ を(1)式の範囲とすることにより、被走査面側レンズの主走査方向のレンズ全長の長大化を有効に押さえ、光スポットの小径化を図ることができる。そしてこのような走査光学系をマルチビーム方式の光走査装置に用いることにより、走査線ピッチを機械的変動に対して安定ならしめ、高密度化に適応できる良好なマルチビーム方式の光走査を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の、主走査方向に関する光学系レイアウトを示す図である。

【図2】実施例におけるレンズ6の射出側レンズ面の副走査方向の曲率の主走査方向の変化を示す図である。

【図3】実施例におけるレンズ7の入射側レンズ面の副走査方向の曲率の主走査方向の変化を示す図である。

【図4】実施例における副走査方向の横倍率の像高による変化を示す図である。

【図5】実施例による5次飛越し走査で書き込まれた走査線を示す図である。

【図6】実施例における副走査方向の光路図である。

【図7】実施例における各発光源からのビームに対する像面湾曲と等速度特性を示す図である。

【図8】この発明のシングルビーム方式の光走査装置の実施の1形態を説明するための図である。

【図9】この発明のマルチビーム方式の光走査装置の実施の1形態を説明するための図である。

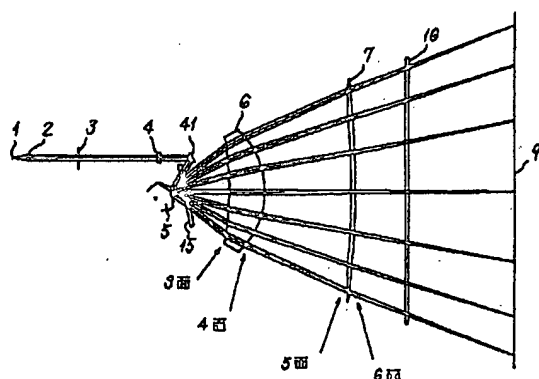
【図10】この発明のマルチビーム方式の光走査装置の実施の別形態を説明するための図である。

【図11】長いバック長を必要とする走査光学系を説明するための図である。

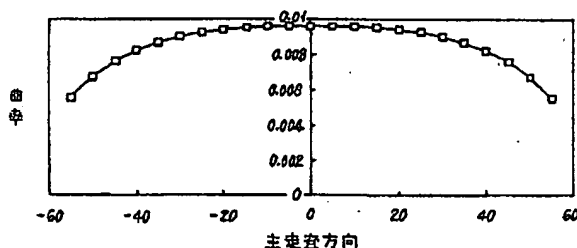
【符号の説明】

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1 | 光源                    |
| 2 | カップリングレンズ             |
| 3 | ビーム整形用のアパーチャ          |
| 4 | 線像結像光学系としてのシリンドリカルレンズ |
| 5 | 光偏向器としてのポリゴンミラー       |
| 6 | マルチビーム走査光学系を構成するレンズ   |
| 7 | マルチビーム走査光学系を構成するレンズ   |
| 9 | 被走査面（実体的には光導電性の感光体）   |

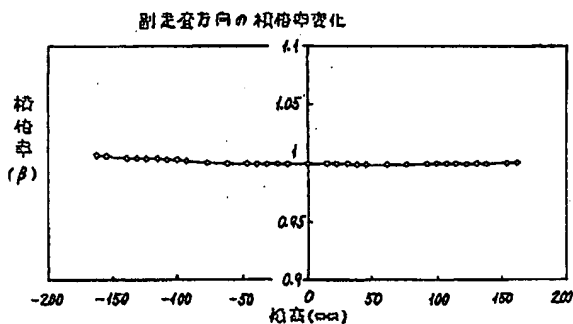
【図1】



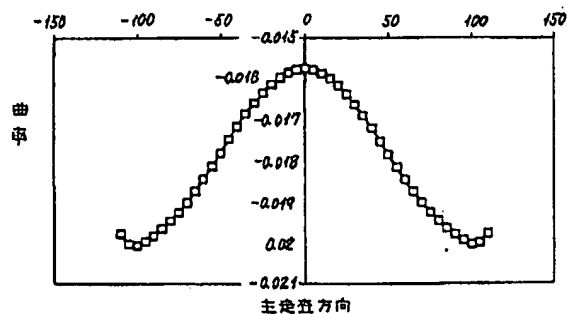
【図2】



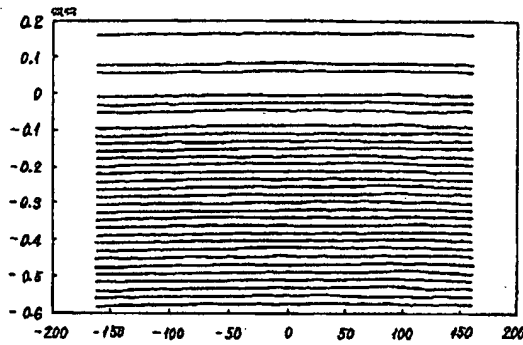
【図4】



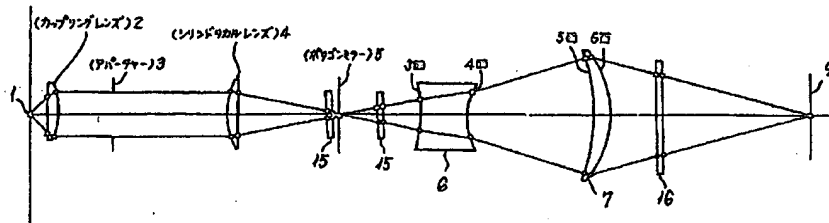
【図3】



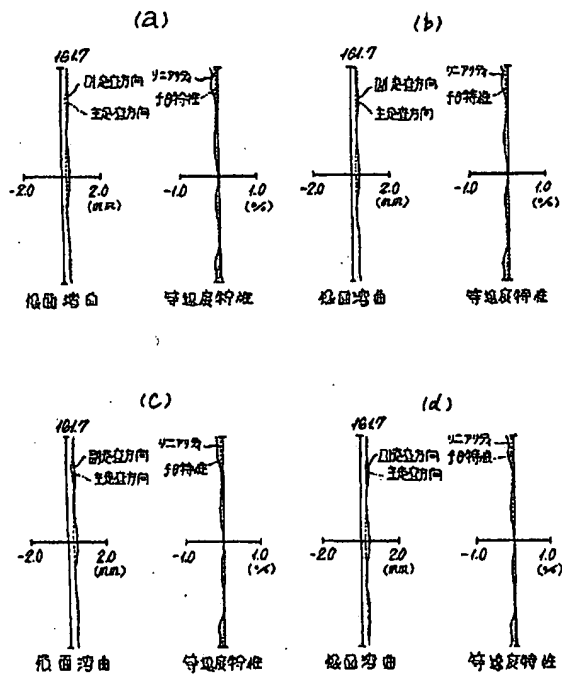
【図5】



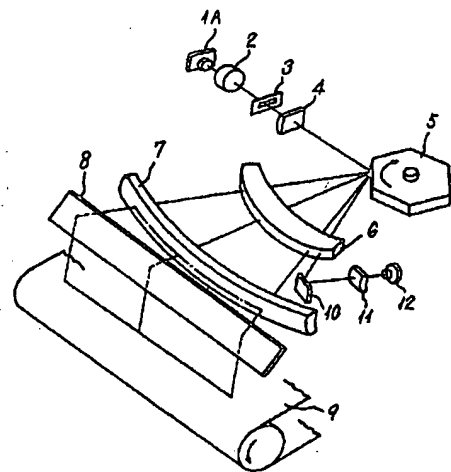
【図6】



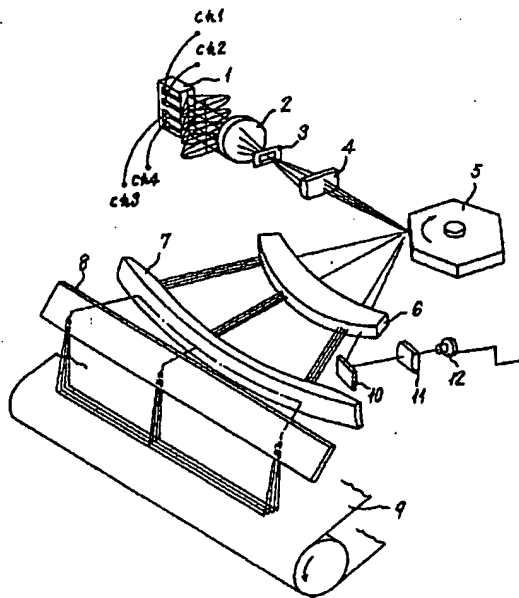
【図7】



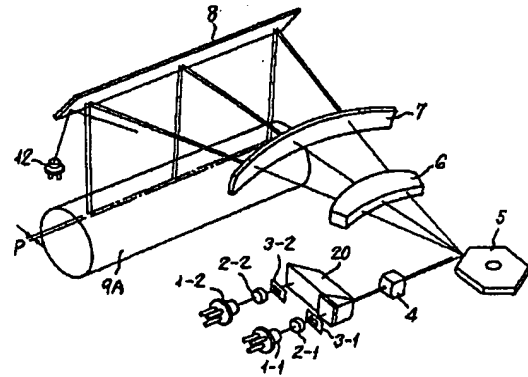
【図8】



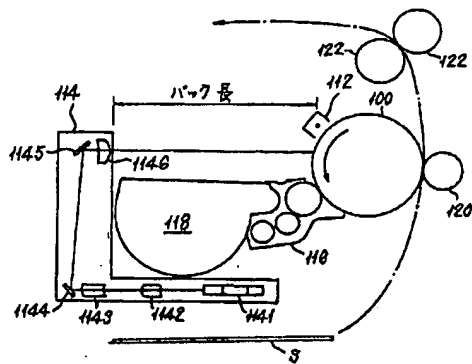
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H045 BA02 BA22 BA23 BA32 CA55  
CA65  
2H087 KA19 LA22 PA02 PA17 PB02  
QA03 QA07 QA12 QA19 QA21  
QA22 QA32 QA37 QA41 QA42  
RA05 RA07 RA13 RA45  
5C072 AA03 DA02 DA19 DA21 HA02  
HA06 HA09 HA12 XA05

**This Page Blank (uspto)**